



Г. Н. КАТЫЛЬКОВ, РУП «БМЗ»

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА КАТАНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОЛОЧЕНИЯ НА ПЛАСТИЧНОСТЬ ВЫСОКОПРОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ

УДК 669

При производстве высокопрочной бортовой проволоки и проволоки РМЛ больших диаметров и высоких групп прочности существует проблема надежного обеспечения достаточно высокой пластичности проволоки. Это выражается в выпадах по числу гибов при испытаниях и повышенной обрывности проволоки при переработке у потребителей. Анализ результатов испытаний показал, что проволока с пониженной пластичностью, как правило, расслаивается при скручивании. Были случаи, когда проволока непосредственно после изготовления имела достаточно высокую пластичность, но охрупчивалась в результате естественного деформационного старения при транспортировке и хранении. Последнее объясняется тем, что заблокированные атомами внедрения дислокации неподвижны. Поэтому деформация локализуется в грубых полосах скольжения, а релаксация напряжений в вершинах, накопленных при волочении микротрещин, затруднена.

Физика охрупчивания проволоки, закономерности ее разрушения при различных видах нагружения и влияние различных факторов на пластичность изучены достаточно хорошо [1–31]. Но разработка эффективных мер воздействия применительно к тем или иным конкретным условиям производства – всегда вопрос соответствующих исследований. А для этого прежде всего необходимы адекватные критерии и методы оценки пластичности.

Одно из затруднений состоит в том, что число скручиваний является недостаточно чувствительным показателем пластичности, а вид излома после испытания на скручивание дает лишь качественную оценку степени развития расслоения проволоки. Выполненные на РУП «БМЗ» исследования [32] показали, что количественной оценкой, склонной к расслоению проволоки, является число реверсивных скручиваний. Вторая проблема состоит в том, что

The influence of the metal quality and technological factors of hardware production on the plasticity of high-strength wire is studied. A number of actions on the technology improvement have been realized on the basis of the received results.

охрупчивание часто локализуется на отдельных участках по длине и распределение показателей пластичности принципиально отличается от нормального. Поэтому среднеарифметические значения этих показателей не всегда информативны. В подобных случаях более адекватна – оценка доли выпадов (низких значений показателей пластичности).

Анализ связи показателей пластичности проволоки серийного производства с колебаниями технологических параметров позволил оценить влияние таких причин ее охрупчивания, как чистота стали (запороженность неметаллическими включениями и загрязненность примесями), наличие подусадочной ликвации и глубины поверхностных дефектов, величины суммарных и единичных обжатий.

Для отдельной оценки влияния различных факторов выполнен ряд экспериментов, результаты которых приведены* на рис. 1–5.

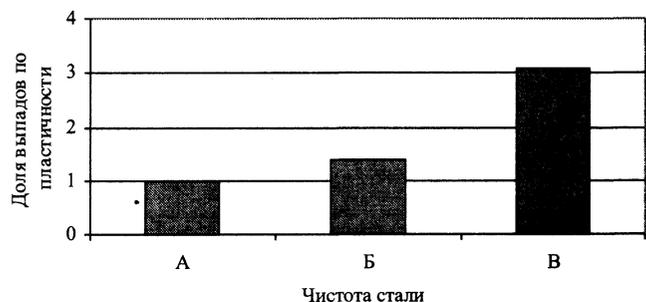


Рис. 1. Влияние чистоты стали на пластичность проволоки РМЛ: А – 0,001% Al; 0,003% N₂; неметаллические включения – 2 мкм; Б – 0,001% Al; 0,005% N₂; неметаллические включения – 5–7 мкм; В – 0,015% Al; 0,006% N₂; неметаллические включения – 7–32 мкм

* Показатели качества (абсолютные значения или доля выпадов) на рисунках приведены в условных единицах.



Рис. 2. Влияние подусадочной ликвации на пластичность проволоки РМЛ: 1 – испытания в состоянии поставки; 2 – испытания после старения

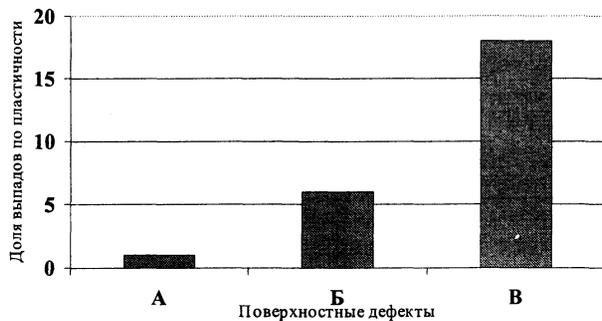


Рис. 3. Влияние глубины поверхностных дефектов катанки на пластичность проволоки: А – отсутствие поверхностных дефектов; Б – поверхностные дефекты глубиной 0,02–0,04 мм; В – поверхностные дефекты глубиной 0,06–0,12 мм



Рис. 4. Влияние суммарного обжатия (ln μ) на пластичность проволоки

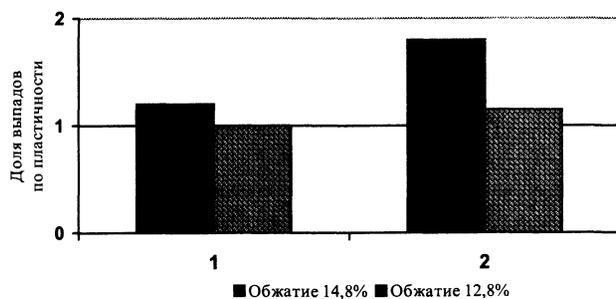


Рис. 5. Влияние величины единичных обжатий на пластичность проволоки: 1 – испытания в состоянии поставки; 2 – испытания после старения

Согласно приведенным на рис. 1–5 данным, в одних случаях (рис 1, 3, 4) влияние качества катанки на пластичность достаточно хорошо выявляется уже в состоянии поставки, а в других случаях (рис. 2, 5) изменение уровня качества практически не повлияло на пластичность проволоки в исходном состоянии, но существенно отразилось на ее пластичности после старения.

Анализ результатов показывает, что эффективными мерами предотвращения охрупчивания являются повышение чистоты стали (см. рис. 1), уменьшение уровня подусадочной ликвации (см. рис. 2), уменьшение глубины поверхностных дефектов (см. рис. 3), уменьшение суммарной деформации при волочении за счет повышения содержания углерода в стали (см. рис. 4), снижение величины единичных обжатий (см. рис. 5).

На основе полученных результатов был выполнен ряд мероприятий, направленных на повышение чистоты стали и устранение подусадочной ликвации, оптимизацию параметров технологии изготовления проволоки. Это позволило существенно повысить качество проволоки.

Выводы

Изучено влияние качества металла и технологических факторов метизного производства на пластичность высокопрочной проволоки. На основании полученных результатов реализован ряд мероприятий по совершенствованию технологии.

Литература

- Колчин К.П. // Бюл. Главметиза. 1940. № 4–5.
- Кальнер Д.А. // Специальные стали и сплавы. М.: Металлургия, 1960. № 17. С. 420–440.
- Бобылева С.Ф., Адрианова А.Н. // Бюл. НТО БМК. 1967. № 7. С. 29–31.
- Терских С.А., Голомазов В.А., Стукалов В.В. и др. Изготовление нерасплаивающейся проволоки // ЭИ «Черметинформация». 1974. Сер. 9. Вып. 6.
- Семавина А.Н., Гаврилюк В.Г., Терских С.А., Крымчанский И.И., Стукалов В.В. // ФХММ. 1979. № 2. С. 36–40.
- Duckfield V.J. // Wire Ind. 1971. Vol. IX. P. 630–633.
- Duckfield V.J. // Wire and Wire Prod. 1976. Vol. 47(3). P. 53–63.
- Бабич В.К., Нирогов В.А., Фетисов В.П. Деформационное старение холоднодеформированной проволоки // ЭИ «Черметинформация». 1977. Сер. 4. Вып. 9.
- Middlemiss A., Hauge D.P. // Wire Ind., 1973. Vol. 40. N. 474. P. 462466; N. 475. P. 538–543; N. 476, P. 625–628.
- Godecki L. Wire Ind. 1969. Vol. 36. P. 47–51, 151–156, 241–245, 419–425, 524–525.
- Browning A., Boelen R., Tojama M. // Adv. in Fracture Research Proceed. 6-th Int. Corp. New-Delhi. 1994. Vol. 2. P. 1431–1438.
- Тарнавский А.Л., Гайдученко В.И. // Тр. НИИМетиза. М.: Металлургия, 1967. №1. С. 93–104.
- Гриднев В.Н., Гаврилюк В.Г., Мешков Ю.Я. Прочность и пластичность холоднодеформированной стали. Киев: Наукова думка, 1974.
- Функе П., Краутмахер Г. // Черные металлы. 1969. №10.

15. Технология производства пружинной проволоки // Изготовление высококачественных метизов / Под ред. В.А. Кулеши. Белорезк, 1999. С. 79–97.
16. Blielob F., Shucker E. // Stahl und Eis. 1957. Vol. 20.
17. Меттус Г.С. Исследование физической природы расслоения высокопрочной стальной проволоки: Дис. ... канд. техн. наук, Киев, 1974.
18. Потемкин К.Д. Термическая обработка и волочение высокопрочной проволоки. М.: Metallurgizdat, 1963.
19. Киреев Е.М., Терских С.А., Крымчанский И.И. // Современные методы и пути исследований свойств и направлений повышения качественных показателей канатной и пружинной проволоки: Тез. докл. Магнитогорск, 1979. С. 44–46.
20. Перлин И.Л. Теория волочения. М.: Metallurgizdat, 1957.
21. Nishioka T. // Гиндзюцу ромбуи. 1956. Т. 20, №8.
22. Гайдученко Б.И. // Остаточные напряжения и усталость проволоки: Материалы науч.-произв. семинара, 27–29 сентября 1965 г. Одесса. М.: Черметинформация, 1967. С. 3–12.
23. Фетисов В.П. Деформационное старение стали при волочении проволоки. Мн.: Белоргстанкипромиздат, 1996.
24. Бобылева С.Ф. // Материалы технической конференции по волокам, 22–23 июля 1961 г. Белорезк. 1961. С. 64–82.
25. Гохберг А.Я. // Материалы технической конференции по волокам, 22–23 июля 1961 г. Белорезк. 1961. С. 31–63.
26. Лапотышкин Н.М. // Уральская металлургия. 1938. №6.
27. Туленков Ф.К. // Стальные канаты. № 2. Киев: Техника, 1965. С. 367–377.
28. Высочин В.Д. // Стальные канаты. № 8. Киев: Техника, 1971. С. 187–190.
29. Тарнавский А.Л. Эффективность волочения с проволочной протяжкой. М.: Metallurgizdat, 1959.
30. Brunnett P. Draht. 1979. Jg. 30. N. 9. P. 502–504.
31. Godfrey H.J., Richards J.F., Sason A.S. // Wire J.Int. June 2000. P. 102–113.
32. Разработка технологии производства проволоки РМЛ диаметром 0,50–0,71 мм ЕНТ с временным сопротивлением разрыву 2750–3050 Н/мм². Отчет ЦЗЛ БМЗ ИЛМК-12-2000.